

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



RECEIVED	
16 FEB 2005	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 61 801.5

Anmeldetag:

30. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber:

Osram Opto Semiconductors GmbH,
93049 Regensburg/DE

Bezeichnung:

Strahlungsemittierendes und/oder strahlungsemp-
fangendes Halbleiterbauelement und Verfahren zu
dessen Herstellung

IPC:

H 01 L 33/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. Februar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Stamps

Beschreibung

Strahlungsemittierendes und/oder strahlungsempfangendes Halbleiterbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung bezieht sich auf ein strahlungsemittierendes und/oder strahlungsempfangendes Halbleiterbauelement mit einem strahlungsemittierenden und/oder strahlungsempfangenden Halbleiterchip, einem Kunststoff-Formteil, das für eine vom Halbleiterbauelement zu emittierende und/oder zu empfangende elektromagnetische Strahlung durchlässig ist und mit dem der Halbleiterchip zumindest teilweise umformt ist, und mit externen elektrischen Anschlüssen, die mit elektrischen Kontaktflächen des Halbleiterchips elektrisch verbunden sind. Sie bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Halbleiterbauelements.

Derartige Halbleiterbauelemente sind beispielsweise aus der WO 01/50540 bekannt. Bei dem dort beschriebenen Bauelement ist ein Halbleiterchip auf einem Leadframe montiert. Der Halbleiterchip und Teilbereiche des Leadframes sind mit einem spritzgepressten Kunststoff-Formkörper umhüllt. Externe elektrische Anschlüsse des Leadframes ragen aus dem Kunststoff-Formkörper heraus. Der Kunststoff-Formkörper ist beispielsweise aus einem Epoxidharz gefertigt und kann anorganischen oder organischen Konversionsstoff sowie Füllstoffe enthalten.

Eine andere Art von optoelektronischen Bauelementen ist beispielsweise in der WO 99/07023 beschrieben. Bei diesen ist ein Leadframe, auf dem sich der Halbleiterchip befindet, mit einem Gehäusegrundkörper umformt, der eine reflektorartige Ausnehmung aufweist. In der Ausnehmung ist der Halbleiterchip

angeordnet. Die Ausnehmung wird nach der Montage des Halbleiterchips mit einer strahlungsdurchlässigen, oftmals transparenten Vergussmasse zumindest so weit gefüllt, dass der Halbleiterchip und ggf. ein Bonddraht vom Chip zum Leadframe mit dieser umhüllt sind. Eine bekannte Vergussmasse für solche Bauformen ist beispielsweise transparentes Epoxidgießharz. Ähnliche Bauformen sind beispielsweise aus der WO 98/12757 bekannt.

In der US 6,274,924 B1 ist eine oberflächenmontierbare LED-Gehäusebauform beschrieben, bei der ein starrer Kunststoffkörper, in dem der Halbleiterchip angeordnet und mit externen elektrischen Anschlüssen eines Leiterraumens elektrisch verbunden ist, mit einem weichen strahlungsdurchlässigen Verkapselungsmaterial, beispielsweise mit Silikon, gefüllt ist. Auf den Kunststoffkörper ist eine Linsenkappe aufgesetzt. Diese Linsenkappe verleiht dem Verkapselungsmaterial einerseits eine definierte Form und verhindert andererseits dessen Herausfließen aus dem Gehäusegrundkörper. Aufgrund der vergleichsweise großen Zahl von Gehäusekomponenten erfordert diese LED-Gehäusebauform einen vergleichsweise großen Fertigungsaufwand.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Halbleiterbauelement der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass es einerseits technisch einfach herstellbar und andererseits insbesondere bei Einsatz von blaues Licht oder UV-Strahlung emittierenden Halbleiterchips hinreichend alterungsstabil ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Halbleiterbauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte

Weiterbildungen des Halbleiterbauelements sind in den Ansprüchen 2 bis 5 angegeben.

Ein strahlungsemittierendes und/oder strahlungsempfangendes Halbleiterbauelement gemäß der Erfindung umfaßt folgende Bestandteile:

- einen strahlungsemittierenden und/oder strahlungsempfangenden Halbleiterchip,
- ein insbesondere spritzgegossenes oder spritzgepresstes Kunststoff-Formteil, das für eine vom Halbleiterbauelement zu emittierende und/oder zu empfangende elektromagnetische Strahlung durchlässig ist, mit dem der Halbleiterchip zumindest teilweise umformt ist und das aus einer reaktionshärtenden Silikon-Formmasse besteht, und
- externe elektrische Anschlüsse, die mit elektrischen Kontaktflächen des Halbleiterchips elektrisch verbunden sind.

Unter den Begriff Silikon-Formmasse fallen vorliegend nicht nur Formmassen, die ausschließlich aus Silikon bestehen, sondern auch solche mittels eines Mold-Prozesses zu Kunststoff-Formteilen verarbeitbare Formmassen, die zu einem solchen Anteil aus Silikon bestehen, dass die Alterungsstabilität der Formmasse gegenüber herkömmlichen Formmassen hinreichend verbessert ist.

Die Silikon-Formmasse weist vorzugsweise eine Aushärtezeit von gleich oder weniger als 10 Minuten auf. Dies erleichtert vorteilhafterweise die Herstellung der Halbleiterbauelemente unter Realisierung von wirtschaftlich sinnvollen Maschinentaktzeiten.

Die Silikon-Formmasse weist im ausgehärteten Zustand bevorzugt eine Härte von gleich oder größer als 65 Shore D auf.

Dadurch wird vorteilhafterweise die Formstabilität des Kunststoff-Formteils gegenüber mechanischen Einflüssen verbessert.

Zur Herstellung von Mischlicht emittierenden Halbleiterbauelementen enthält die Silikon-Formmasse Konvertermaterial, das zumindest einen Teil einer vom Halbleiterchip emittierten und/oder vom Halbleiterbauelement empfangenen elektromagnetischen Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs absorbiert und elektromagnetische Strahlung emittiert, die aus einem zweiten Wellenlängenbereich stammt, der vom ersten Wellenlängenbereich verschieden ist. Insbesondere anorganische Leuchtstoffpulver lassen sich auf einfache Weise in Silikon-Material einmischen. Beispielhaft seien diesbezüglich Cer-dotierte Yttriumaluminiumgranat- und Cer-dotierte Terbiumaluminiumgranat-Pulver genannt. Andere geeignete anorganische Leuchtstoffe sind beispielsweise in den Druckschriften WO 01/50540 A1 und WO 98/12757 A1 aufgeführt, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bevorzugt wird ein Kunststoff-Formteil gemäß der Erfindung bei Halbleiterbauelementen eingesetzt, die einen Halbleiterchip aufweisen, der elektromagnetische Strahlung aus dem blauen oder ultravioletten Spektralbereich emittiert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Halbleiterchip von einem einzigen einstückigen Kunststoff-Formteil aus reaktionshärtender Silikon-Formmasse hergestellt. Ein Grundprinzip eines derartigen Kunststoff-Formteils ist beispielsweise in der Druckschrift WO 01/50540 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist der Halbleiterchip auf einem Trägersubstrat oder einer Trägerfolie mit elektrischen Leiterbahnen zum elektrischen Anschließen des Halbleiterchips aufgebracht und der Halbleiterchip mit einem Kunststoff-Formteil aus reaktionshärtender Silikon-Vergussmasse eingekapselt.

Bei einem bevorzugten Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterbauelements gemäß der Erfindung wird der Halbleiterchip auf einem Leiterraum befestigt, der die externen elektrischen Anschlüsse aufweist, und mit den externen elektrischen Anschlüssen elektrisch verbunden. Nachfolgend wird der Halbleiterchip einschließlich Teilbereiche des Leiterraums mittels eines Spritzgußverfahrens oder mittels eines Spritzpressverfahrens mit einer Silikon-Formmasse umformt.

Bei einem anderen bevorzugten Verfahren wird ein Halbleiterchip auf einem Trägersubstrat oder einer Trägerfolie mit elektrischen Leiterbahnen zum elektrischen Anschließen des Halbleiterchips aufgebracht und mit den elektrischen Leiterbahnen elektrisch verbunden. Nachfolgend wird der Halbleiterchip auf dem Trägersubstrat bzw. der Trägerfolie mittels eines Spritzgußverfahrens oder mittels eines Spritzpressverfahrens mit einer Silikon-Formmasse verkapselt.

Weitere Vorteile, Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren 1 bis 3 erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Figur 1, eine schematische Darstellung eines Schnittes durch ein erstes Ausführungsbeispiel,

Figur 2, eine schematische Darstellung eines Schnittes durch ein zweites Ausführungsbeispiel, und

Figur 3, eine schematische Darstellung eines Schnittes durch ein drittes Ausführungsbeispiel.

In den verschiedenen Ausführungsbeispielen sind gleiche oder gleichwirkende Bestandteile jeweils gleich bezeichnet und mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Die einzelnen Bestandteile sind grundsätzlich auch nicht mit den tatsächlichen Größenverhältnissen zueinander dargestellt.

Beim ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 handelt es sich um ein weißes Licht emittierendes Leuchtdiodenbauelement auf Leiterrahmen(Leadframe)-Basis.

Ein metallischer Leiterrahmen (Leadframe) 10, auf dem in einem Chipmontagebereich 16 ein LED-Chip 1 montiert ist, ist mit einer transparenten Silikon-Formmasse 3 umformt, aus der an zwei gegenüberliegenden Seitenflächen je ein Leadframeanschluß 11,12 herausragt. Die Leadframe-Anschlüsse 11,12 stellen die externen elektrischen Anschlüsse des Leuchtdiodenbauelements dar. Innerhalb der transparenten Silikon-Formmasse 3 weist jeder der Leadframeanschlüsse 11,12 eine S-artige Biegung 14,15 von einem Chipmontagebereich 16 zu einer Montageseite 13 des Leuchtdiodenbauelements hin auf.

Der Silikon-Formmasse 3 kann zur Erhöhung des Brechungsindex mindestens ein anorganischer Füllstoff wie TiO_2 , ZrO_2 oder $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ beigemischt sein.

Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdioden-Lichtquelle gemäß der Figur 1 wird der LED-Chip 1 im Chipmontagebereich 16 auf dem Leadframe 10 montiert und mit den

Leadframeanschlüssen 11,12 elektrisch leitend verbunden. Die Leadframeanschlüsse 11,12 werden vor oder nach dem Montieren des Halbleiter-LED-Chips 1 mit S-artigen Biegungen 14,15 versehen. Der Halbleiter-LED-Chip 1 einschließlich der S-artigen Biegungen 14,15 des Leadframes 10 werden mittels eines Spritzpress- oder Spritzgussverfahrens mit einer transparenten Silikon-Formmasse 3 umformt. Die Silikon-Formmasse 3 wird dann noch in der Spritzpress- oder Spritzgussform zumindest teilweise gehärtet, so dass ein hinreichend formstabiles einstückiges Kunststoff-Formteil 5 gebildet wird.

Bei einer Weißlichtquelle weist der Halbleiter-LED-Chip 1 ein Emissionsspektrum auf, das im ultravioletten oder blauen Spektralbereich liegt. Vorzugsweise ist der Halbleiter-LED-Chip 1 auf der Basis von GaN oder InGaN aufgebaut. Er kann jedoch alternativ auch aus dem Materialsystem ZnS/ZnSe oder aus einem anderen für diesen Spektralbereich geeigneten Materialsystem bestehen.

Nach dem Aufbringen und Kontaktieren des Halbleiter-LED-Chips 1 wird in einer geeigneten Spritzguss- oder Spritzpressapparat eine transparente Silikon-Formmasse 3 an die Leadframeanschlüsse 11 und 12 angespritzt. In die Silikon-Formmasse 3 sind Leuchtstoffpartikel 4 eingebettet, die aus einem Konversionsstoff bestehen, mit dem eine mindestens teilweise Wellenlängenkonversion der von dem Halbleiter-LED-Chip 1 emittierten elektromagnetischen Strahlung herbeigeführt wird. Mittels dieser Wellenlängenkonversion wird ein Emissionsspektrum erzeugt, das den optischen Eindruck einer Weißlichtquelle hervorruft. Ein geeigneter Leuchtstoff für die Leuchtstoffpartikel ist beispielsweise Cer-dotiertes Yttriumaluminiumgranat- und Cer-dotiertes Terbiumaluminiumgranat-Pulver.

Die Vorfertigung des Leadframes 10 und die Umformung mit der Silikon-Formmasse 3, die gegebenenfalls die Leuchtstoffpartikel 4 und gegebenenfalls weitere Füllstoffe enthält erfolgt derart, dass die Leadframeabschnitte 11 und 12 horizontal aus

dem Kunststoff-Formteil 5 herausgeführt sind, und zwar derart, dass deren Löt-Anschlussflächen 11A und 12A im Wesentlichen in derselben Ebene liegen wie die Rückseite des Kunststoff-Formteiles 5, die in der Regel die Auflagefläche des Bauelements auf einer Leiterplatte darstellt. Die Leadframeanschlüsse 11 und 12 sind hierzu vor dem Vergießen bereits in die endgültige Form gebogen. Sie weisen also die S-artigen Biegungen vom Chipanschlußbereich zur Montagefläche hin bereits vor dem Umformen auf, so dass nach dem Umformen kein Biegestress mehr auf das Bauelement ausgeübt wird. Dies ist insbesondere bei stark miniaturisierten Bauelementen mit kleinvolumigem Kunststoff-Formteil 5 von besonderem Vorteil, denn gerade hier besteht bei einer Delamination zwischen Verguss und Leadframe, ausgelöst beispielsweise durch Biegestress, eine sehr große Gefahr, dass keine hermetische Dichtigkeit des fertigen Bauteils erreicht wird.

Die Silikon-Formmasse 3 weist beispielsweise eine Aushärtezeit von gleich oder weniger als 10 Minuten und im ausgehärteten Zustand eine Härte von gleich oder größer als 65 Shore D auf.

Das fertige Bauelement kann vorteilhafterweise an den ebenen horizontalen Anschlussflächen 11A und 12A auf einer Leiterplatte (Platine) im Reflow-Verfahren aufgelötet werden. Dadurch wird ein für die SMT-(Surface Mounting Technology) Montage geeignetes Bauelement hergestellt.

Auf gleiche Weise kann ein UV- oder blaue Strahlung detektierendes Photodioden-Bauelement ausgebildet werden.

Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 insbesondere dadurch, dass an Stelle des Leiterraumens 10 ein elektrisch isolierendes Trägersubstrat 100 mit elektrischen Leiterbahnen 111,112 in Form von Metallisierungsschichten vorgesehen ist. Das Kunststoff-Formteil 5 befindet sich auf

dem Trägesubstrat 100. Dieses Bauelement kann in analoger Weise wie das erste Ausführungsbeispiel hergestellt werden.

Das dritte Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist eine Miniatur-Lumineszenzdiode, die einen flexiblen Leiterrahmen 10, einen LED-Chip 1 mit einem aktiven, strahlungsemittierenden Bereich und einen Kunststoff-Formteil 5 aufweist. Der flexible Leiterrahmen 10 besteht dabei aus einer 60 µm dicken Metallfolie 101 und einer ebenfalls 60 µm dicken Kunststoff-Folie 102, die hochgenau miteinander verklebt sind. Die Kunststoff-Folie kann aus einem Silikon-Kunststoff bestehen...

Die Metallfolie 101 ist so gestanzt, dass sie eine Kathode und eine Anode definiert. Jeweils über Kathode und Anode sind Aussparungen in die Kunststoff-Folie 102 gestanzt. Der LED-Chip 1 ist mit seiner Unterseite durch eine der Aussparungen hindurch auf die Kathode gebondet. Die Anode ist über einen Bonddraht 2 durch die andere Aussparung mit der Oberseite des LED-Chips 1 verbunden.

Um auf dem flexiblen Rahmen möglichst viele Bauteile realisieren zu können, wird zum Umhüllen beispielsweise das sogenannte Cavity-to-Cavity Molding eingesetzt, mit dem über jedem flexiblen Leiterrahmen 10 ein Kunststoff-Formteil 5 hergestellt wird, das den LED-Chip 1 und den Bonddraht 2 umhüllt. Durch die Führung eines Anspritzkanals durch die Bauteile wird die Anzahl der Anspritzkanäle reduziert. Das Kunststoff-Formteil besteht aus dem gleichen Material wie das Kunststoff-Formteil der vorgenannten Ausführungsbeispiele.

Insgesamt hat die Miniatur-Lumineszenzdiode eine Stellfläche (footprint) von etwa 0,5 mm x 1,0 mm und weist eine gesamte Bauteilhöhe von lediglich 350 µm auf.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die

Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein. An Stelle des Lumineszenzdiodenchips kann ein Photodiodenchip eingesetzt sein oder ein Chip der als Lumineszenzdiode und als Photo-Diode betrieben wird.

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes und/oder strahlungsempfangendes Halbleiterbauelement mit einem strahlungsemittierenden und/oder strahlungsempfangenden Halbleiterchip, einem Kunststoff-Formteil, das für eine vom Halbleiterbauelement zu emittierende und/oder zu empfangende elektromagnetische Strahlung durchlässig ist und mit dem der Halbleiterchip zumindest teilweise umformt ist, und mit externen elektrischen Anschlüssen, die mit elektrischen Kontaktflächen des Halbleiterchips elektrisch verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoff-Formteil aus einer reaktionshärtenden Silikon-Formmasse besteht.
2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Silikon-Formmasse eine Aushärtezeit von gleich oder weniger als 10 Minuten aufweist.
3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Silikon-Formmasse im ausgehärteten Zustand eine Härte von gleich oder größer als 65 Shore D aufweist.
4. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Silikon-Formmasse Konvertermaterial enthält, das zumindest einen Teil einer vom Halbleiterchip emittierten und/oder vom Halbleiterbauelement empfangenen elektromagnetischen Strahlung eines ersten Wellenlängenbereichs absorbiert und elektromagnetische Strahlung emittiert, die aus einem zweiten Wellenlängenbereich stammt, der vom ers-

ten Wellenlängenbereich verschieden ist.

5. Halbleiterbauelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Halbleiterchip elektromagnetische Strahlung aus dem blauen oder ultravioletten Spektralbereich emittiert.
6. Verfahren zum Herstellen eines Halbleiterbauelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Halbleiterchip auf einem metallischen Leiterraahmen, einem Trägersubstrat oder einer Trägerfolie befestigt, der die externen elektrischen Anschlüsse aufweist,
 - der Halbleiterchip einschließlich Teilbereiche des Leiterraahmens, des Trägersubstrats oder der Trägerfolie in eine Kavität einer Spritzform eingebracht werden,
 - Silikon-Formmasse mittels eines Spritzgußverfahrens oder mittels eines Spritzpressverfahrens in die Kavität eingespritzt wird, und
 - die Silikon-Formmasse in der Kavität zumindest derart gehärtet wird, dass ein formstabiles Kunststoff-Formteil gebildet wird.

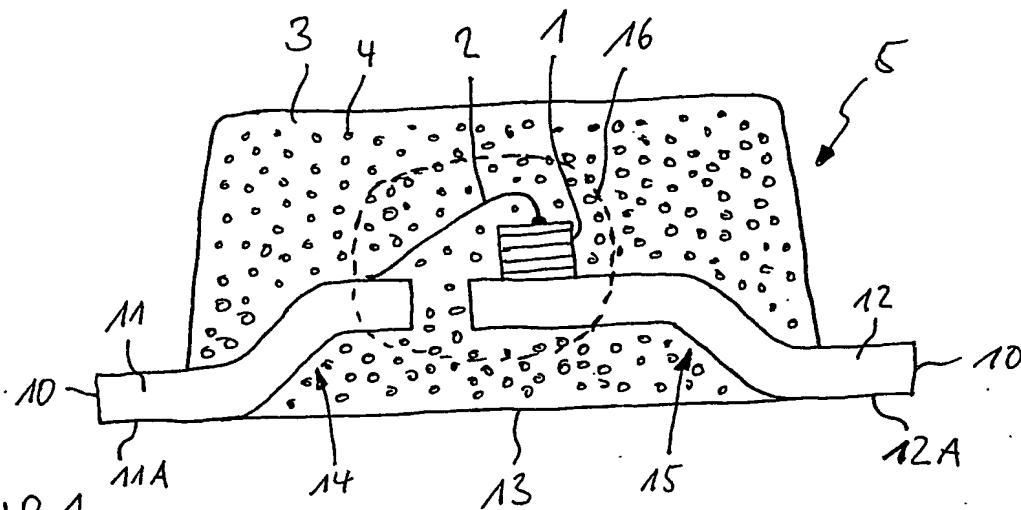


FIGURE 1

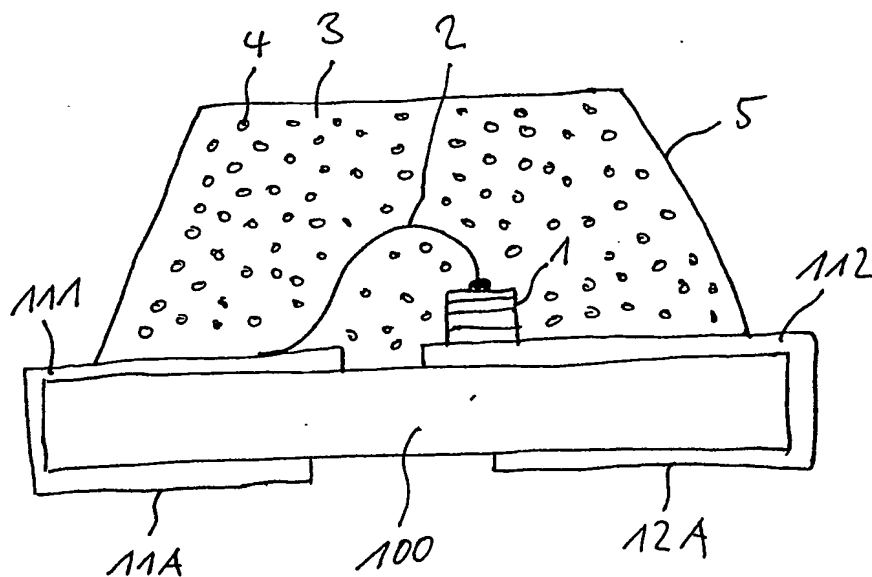


FIGURE 2

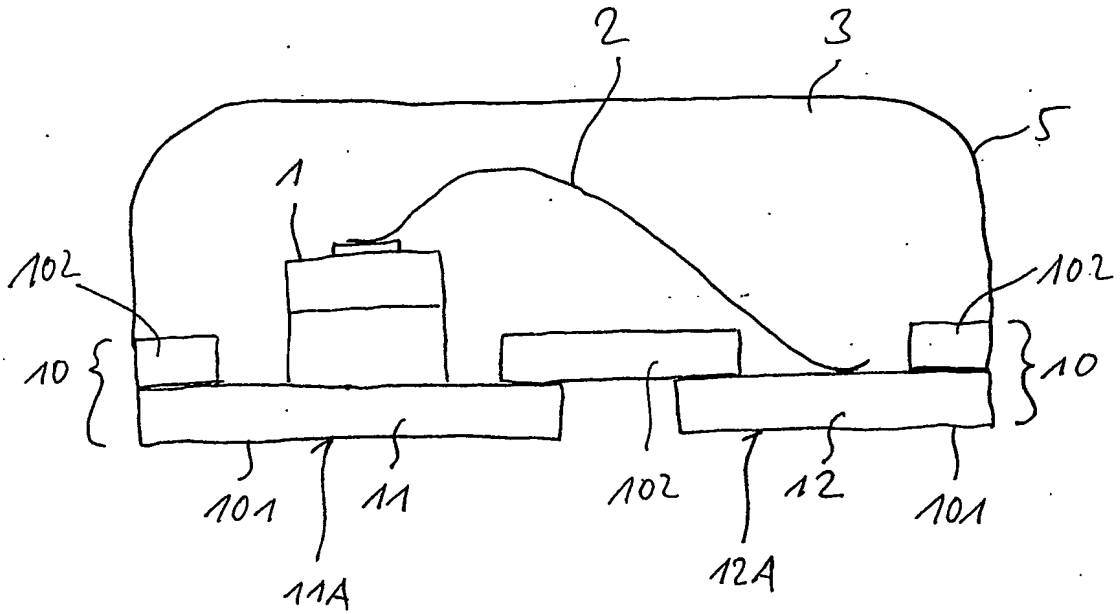


FIGURE 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.